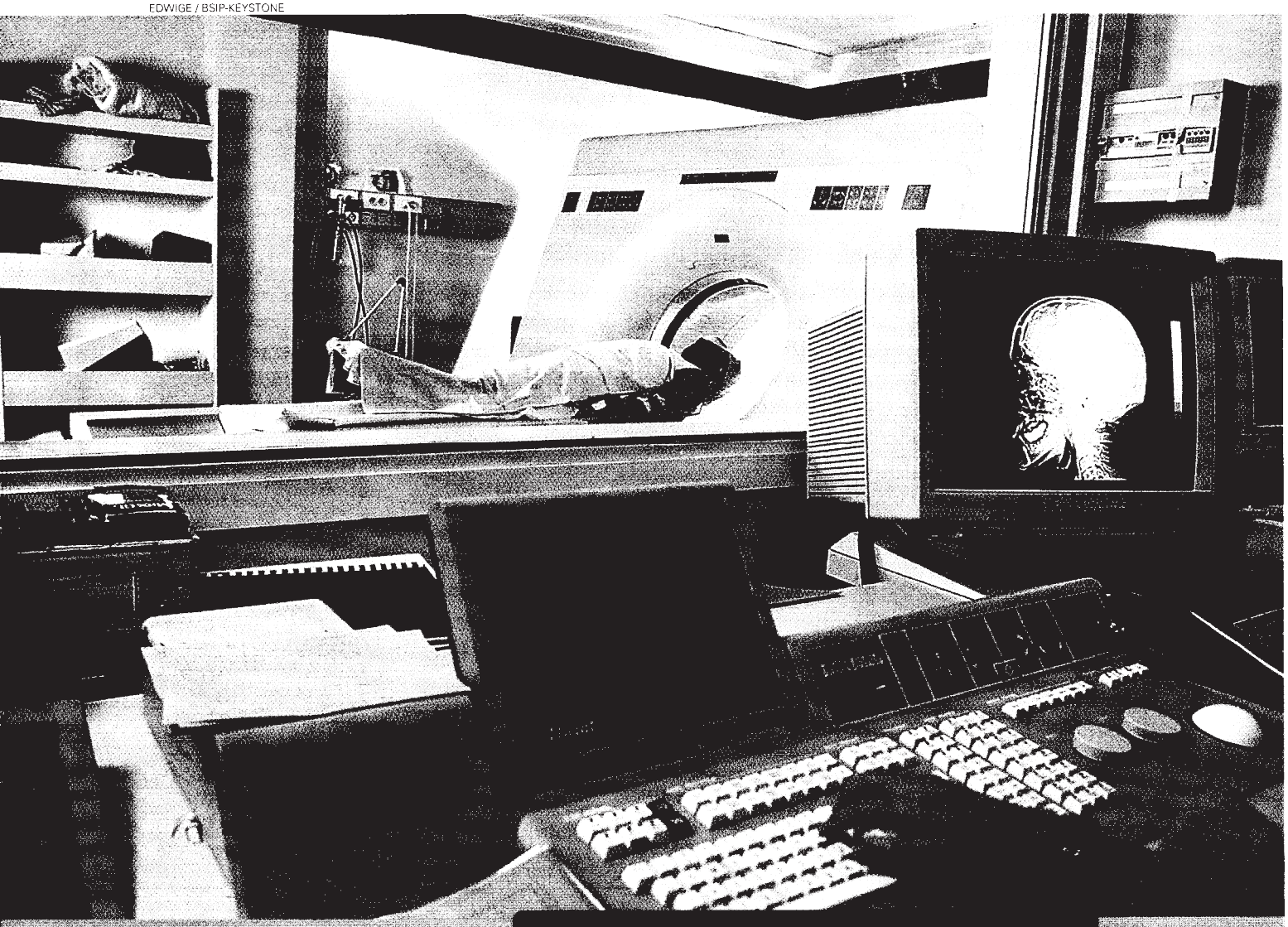
PARTE 1

Introdução geral

Uma noção geral da Física, seu campo de estudo, seus ramos e métodos são apresentados nesta parte.

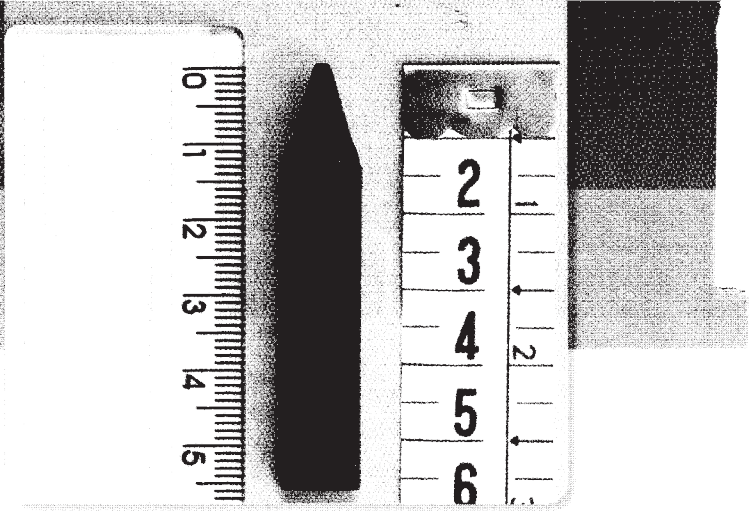
EDWIGE / BSIP-KEYSTONE



Tomografia computadorizada, um dos exames de ponta na Medicina diagnóstica: o notável avanço tecnológico alcançado pelo ser humano nasceu de sua curiosidade e do interesse em explicar os fenômenos naturais.

CAPÍTULO 1

Introdução à Física



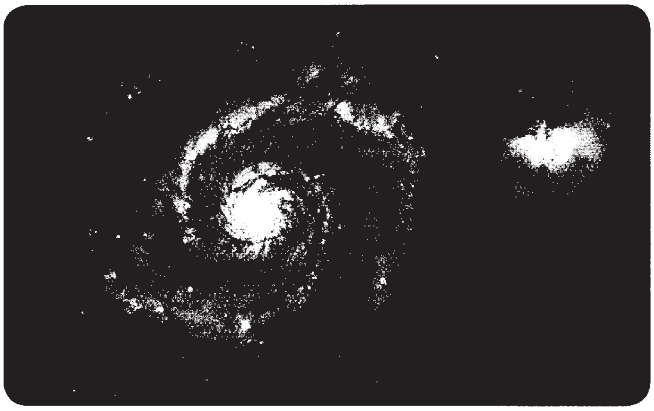
THE NEXT

1. INTRODUÇÃO
2. O QUE É A FÍSICA
3. RAMOS DA FÍSICA
4. O UNIVERSO
5. FÍSICA E MATEMÁTICA
6. MÉTODO EM FÍSICA
7. MEDIDAS DE COMPRIMENTO E TEMPO
8. ALGARISMOS SIGNIFICATIVOS
9. OPERAÇÕES COM ALGARISMOS SIGNIFICATIVOS
10. NOTAÇÃO CIENTÍFICA
11. ORDEM DE GRANDEZA

■ **Nesta introdução geral à Física discutimos seus ramos e seus métodos. Apresentamos, em seguida, as principais unidades de comprimento e tempo e verificamos que a precisão da medida de uma grandeza depende principalmente do instrumento utilizado, como se destaca na foto.**

1. Introdução

O ser humano sempre se preocupou em entender e dominar o Universo que o cerca. Interessou-se em explicar, por exemplo, o **som** de um trovão, a **luz** de um relâmpago, por que os corpos têm **cores** diferentes, como é o **movimento** da Lua em relação à Terra, como a Terra e os demais planetas se movem em relação ao Sol ou como são os movimentos dos objetos nas proximidades da superfície terrestre. Todas essas questões, por mais diferentes que sejam, são estudadas em Física, uma ciência tão presente em nossa vida que não podemos desprezá-la. A **Física** é o motivo deste curso.



NASA-ESA-STSCI / SPL LATINSTOCK

▲ **O desenvolvimento tecnológico possibilita à humanidade desvendar, cada vez mais, os segredos do Universo, como a galáxia em espiral M51 e a pequena galáxia NGC 5195. Imagem obtida pelo telescópio Hubble em janeiro de 2005.**

D.J. BALL / STONE-GETTY IMAGES

▲ **As cores do mundo impressionam o ser humano, inspirando-o nas artes e despertando seu interesse em explicá-las.**

2. O que é a Física

A palavra **física** (do grego: *physis*) significa **Natureza**. Em Física, como em toda ciência, qualquer acontecimento ou ocorrência é chamado **fenômeno**, ainda que não seja extraordinário ou excepcional. A simples queda de um lápis é, em linguagem científica, um fenômeno.

A necessidade do ser humano de compreender o ambiente que o cerca e explicar os fenômenos naturais é a gênese da Física. Essa compreensão é estabelecida com base em modelos do Universo, criados de acordo com o momento em que se encontra o desenvolvimento da ciência.

Reprodução proibida. Art. 184 do Código Penal e Lei 9.610 de 19 de fevereiro de 1998.

Precisamos entender a Física, não como algo fechado e terminado, mas sim como um patrimônio em constante mudança. Tais mudanças ocorrem quando um determinado modelo, devido ao avanço do conhecimento, não explica mais de maneira satisfatória os fenômenos naturais a que se refere.

Portanto, a Física pode ser definida como uma ciência que busca descrever os fenômenos que ocorrem na Natureza e prever a sua ocorrência, procurando atualmente não mais oferecer uma imagem da Natureza, mas sim uma imagem da relação do ser humano com a Natureza. Os fenômenos naturais são tão variados e numerosos que o campo de estudo da Física torna-se cada vez mais amplo, existindo hoje diversos ramos da Física.

3. Ramos da Física

O ser humano tem suas primeiras informações do Universo por meio de seus sentidos: vê a luz de um relâmpago, ouve o som de um trovão e pelo tato tem, entre outras, a noção de quente e frio. Conseqüentemente, classificou os fenômenos observados de acordo com o sentido empregado na observação. Relacionou a **luz** com a capacidade de **ver**, e daí surgiu uma ciência chamada **Óptica**. A **audição** o estimulou a estudar as propriedades do **som**, e surgiu outra ciência, a **Acústica**. As noções de **quente** e **frio**, sentidas pelo **tato**, motivaram o estudo do calor — a **Termologia**. O **movimento** é um dos fenômenos mais comuns no dia-a-dia e foi o mais estudado até hoje, tendo dado origem à **Mecânica**.

Essas ciências (Óptica, Acústica, Termologia e Mecânica) foram muitas vezes estudadas independentemente umas das outras, mas fazem parte do vasto mundo da Física. Hoje, elas constituem os ramos clássicos da Física.

As **propriedades elétricas da matéria** só foram estudadas profundamente no século XIX, e esse estudo, conhecido como **Eletricidade**, é outro ramo da Física. No século XX, a discussão da **constituição da matéria** deu origem à **Física Nuclear**.

4. O Universo

Todos os **corpos** existentes na Natureza são quantidades definidas de **matéria**. Por exemplo, a madeira é matéria e uma mesa de madeira é um corpo; a borracha é matéria e um pneu de borracha é um corpo.

A matéria e, portanto, todos os corpos do Universo são constituídos por pequenas unidades denominadas **átomos**. Por serem extremamente pequenos, os átomos não podem ser vistos, nem com os mais poderosos microscópios. Entretanto, os cientistas criaram **modelos** que, dentro de certos limites, explicam os fenômenos naturais. Um dos modelos mais simples, proposto pelo físico Ernest Rutherford (1871-1937), estabelece que cada átomo é constituído de um **núcleo** central, formado por dois tipos de partículas, os **prótons*** e os **nêutrons***, e pela **eletrosfera**, constituída por um terceiro tipo de partículas, os **elétrons***, que giram em torno do núcleo (figura 1). Na verdade, esta é uma visão extremamente simplificada do átomo. Além das três partículas citadas, há um número muito grande de outras partículas, como, por exemplo, pósitrons, mésons, neutrinos, etc., que surgem quando ocorrem alterações nos núcleos dos átomos (reações nucleares). O estudo das propriedades dessas partículas é muito importante, principalmente para a compreensão da estrutura do Universo.

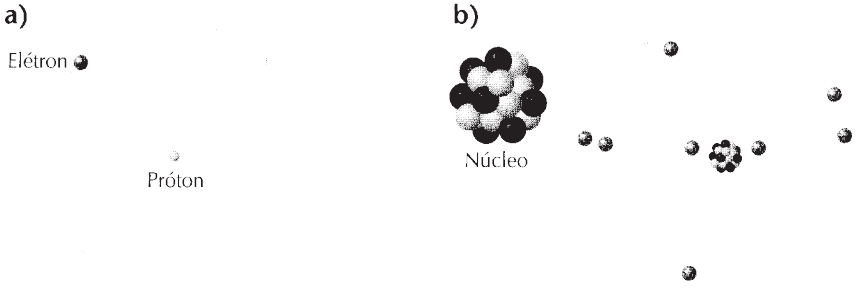


Figura 1. O átomo: a) o átomo de hidrogênio possui um elétron, que gira em torno de seu núcleo, constituído por um único próton; b) no átomo de oxigênio, o núcleo contém oito prótons (aqui indicados na cor cinza) e oito nêutrons. Oito elétrons giram em torno desse núcleo. (Uso de cores fantasia.)

* Atribui-se aos elétrons e prótons uma propriedade: a carga elétrica. Convenciona-se como positiva a carga elétrica do próton e como negativa a carga elétrica do elétron. Os nêutrons não possuem carga elétrica, isto é, são eletricamente neutros. Atualmente, sabe-se que prótons e nêutrons são constituídos de partículas ainda menores, denominadas *quarks*.

Reprodução proibida. Art. 184 do Código Penal e Lei 9.610 de 19 de fevereiro de 1998.

Os átomos, por sua vez, formam outros agregados: as **moléculas**. Existem muitos tipos de moléculas e seu número tende a crescer, pois diariamente são sintetizadas novas moléculas em laboratórios de Química.

O campo de estudo da Física abrange todo o Universo: desde a escala microscópica, relacionada às partículas que formam o átomo, até a escala macroscópica, que diz respeito aos planetas, às estrelas e às galáxias.

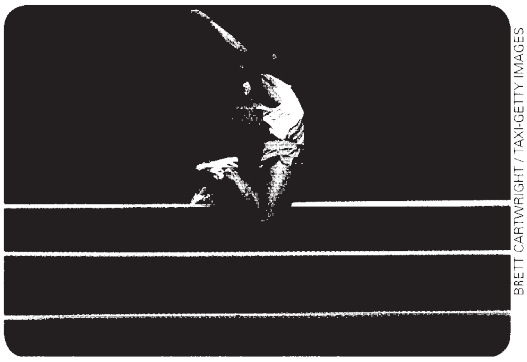
5. Física e Matemática

A Matemática ajuda muito a Física, sintetizando a compreensão dos fenômenos. Uma fórmula matemática que resume um fenômeno físico constitui uma ajuda para a compreensão desse fenômeno, de modo que nunca deve ser assustadora para você.

Por exemplo, apesar de ser necessária uma longa explicação para chegarmos ao fato de que a energia de um corpo em movimento (energia cinética) depende de sua massa e de sua velocidade, recorrendo à Matemática, obtemos a fórmula:

$$E_c = \frac{m \cdot v^2}{2},$$

em que, E_c é a energia cinética; m, a massa; e v, a velocidade. Essa fórmula nos mostra que a energia cinética varia em função da massa do corpo e de sua velocidade.



BRETT CARTWRIGHT / TAXI-GETTY IMAGES

JAMES L. AMOS / PR-LATINSTOCK

Sempre que um corpo está em movimento dizemos que ele possui energia cinética.

Assim, aos poucos, você irá aprender a ler e entender uma fórmula e saberá utilizá-la a seu favor.

6. Método em Física

Os físicos estudam os fenômenos que ocorrem no Universo. Entretanto, os percursos trilhados pelos cientistas, para a formulação de teorias e leis que expliquem esses fenômenos são muito variados. Muitas descobertas no campo da Física surgiram da imaginação de pesquisadores, da experimentação direta e, em certas ocasiões, ocorreram de maneira não intencional, sem seguir um caminho preestabelecido.

Um dos processos de aquisição do conhecimento é o denominado método experimental ou científico, que apresenta uma seqüência rígida de etapas. Tal método é discutível, pois estabelece uma receita definida de passos a ser seguida, o que nem sempre é possível. Em vista de seu caráter histórico, vamos apresentar, de modo simplificado, o caminho sugerido pelo método científico. Em primeiro lugar, o fenômeno é observado repetidas vezes, destacando-se fatos notáveis. Por meio de instrumentos de medição — desde o relógio e a fita métrica, até instrumentos mais sofisticados — medem-se as principais grandezas envolvidas no fenômeno. Com essas medidas, procura-se alguma relação entre tais grandezas, tentando descobrir alguma lei ou princípio que o descreva. Muitas vezes essas leis ou princípios são expressos por fórmulas — como a da energia cinética, apresentada no item anterior. Freqüentemente, o fenômeno é repetido em laboratório em condições consideradas ideais em relação às condições reais de suas ocorrências. Assim, por exemplo, podemos estudar idealmente a lei da queda de um corpo, deixando-o cair em laboratório, num aparelho vertical onde se faz o vácuo (tubo de Newton), para eliminar a interferência do ar.

Reprodução proibida. Art. 184 do Código Penal e Lei 9.610 de 19 de fevereiro de 1998.

Na verdade, no processo de descobertas científicas, o cientista não costuma seguir, necessariamente, regras previamente estabelecidas, embora em seu trabalho desenvolva procedimentos científicos. Um bom exemplo de uma descoberta científica que não seguiu etapas determinadas *a priori*, como as descritas acima, foi a previsão de Albert Einstein de que a luz sofreria desvios em sua trajetória na proximidade de grandes massas, elaborada a partir do desenvolvimento matemático da Teoria da Relatividade Geral, publicada em 1915. A veracidade de tal previsão só foi comprovada mediante a posterior observação, em Sobral, no Ceará, do eclipse do Sol, em 29 de maio de 1919: a luz, proveniente de estrelas, ao passar próxima ao Sol, sofreu um desvio em sua trajetória.

Leia mais

O conhecimento histórico de como a Física se desenvolveu torna mais fascinante o seu estudo. Na página 12, em História da Física, leia sobre as primeiras descobertas e os pensadores que as desenvolveram.

7. Medidas de comprimento e tempo

Para melhor conhecer as grandezas envolvidas num fenômeno, a Física recorre a **medidas**. Com uma fita métrica podemos medir comprimento. O **metro** (símbolo: **m**) é a unidade fundamental de comprimento do Sistema Internacional de Unidades (SI)*. O metro admite múltiplos, como o **quilômetro** (**km**), e submúltiplos, como o **centímetro** (**cm**) e o **milímetro** (**mm**).

Outra unidade importante em nosso estudo é a unidade fundamental de tempo do Sistema Internacional de Unidades (SI): o **segundo**** (símbolo: **s**). O segundo admite múltiplos, como o **minuto** (**min**) e a **hora** (**h**), e submúltiplos, como o milissegundo (1 ms = 10^{-3} s), o microssegundo (1 μs = 10^{-6} s) e o nanossegundo (1 ns = 10^{-9} s).

$1\ km = 1.000\ m = 10^3\ m$

$1\ cm = \frac{1}{100}\ m = \frac{1}{10^2}\ m = 10^{-2}\ m$

$1\ mm = \frac{1}{1.000}\ m = \frac{1}{10^3}\ m = 10^{-3}\ m$

$1\ min = 60\ s$

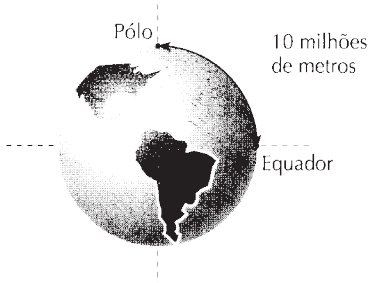
$1\ h = 60\ min = 60 \cdot 60\ s = 3.600\ s$

$1\ dia = 24\ h = 24 \cdot 3.600\ s = 86.400\ s$

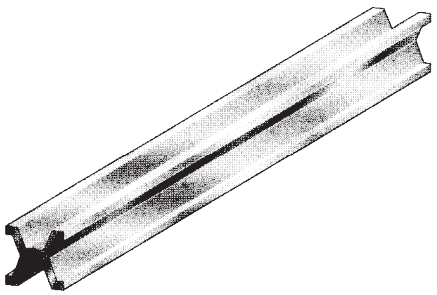
O metro

O metro foi inicialmente definido considerando-se a quarta parte de um meridiano terrestre dividida em 10 milhões de partes iguais. Cada uma dessas pequenas partes foi chamada de **1 metro**.

Como os meridianos da Terra não são todos iguais, uma nova definição foi apresentada: 1 metro é a distância entre dois traços marcados sobre uma barra de platina (90%) e irídio (10%), mantida no Instituto Internacional de Pesos e Medidas, em Sèvres, nas proximidades de Paris: é o **metro padrão**. Essa definição perdurou até 1983, quando foi aprovada a definição atual de metro que é apresentada no quadro geral de unidades, no final deste livro.



▲ Definição inicial de metro



▲ O metro padrão

* É o sistema de unidades oficialmente adotado no Brasil, estabelecido em 1960, durante a 11ª Conferência Geral de Pesos e Medidas, com base no Sistema Métrico Decimal.

** A definição atual de segundo é apresentada no quadro geral de unidades, no final deste livro.

Reprodução proibida. Art. 184 do Código Penal e Lei 9.610 de 19 de fevereiro de 1998.

8. Algarismos significativos

A precisão da medida de uma certa grandeza depende principalmente do instrumento utilizado. Vejamos um exemplo: pretende-se medir o comprimento L de uma barra e, para isso, dispõe-se de duas réguas — uma centimetrada e outra milimetrada. Conforme veremos, a precisão da medida com a régua centrimetrada é menor do que com a milimetrada.

Com a utilização da régua centimetrada (figura 2a) podemos dizer que o comprimento da barra está compreendido entre 9 cm e 10 cm, estando mais próximo de 10 cm. O algarismo que representa a primeira casa depois da vírgula não pode ser determinado com precisão, devendo ser estimado. Desse modo, estimamos a medida do comprimento L em 9,6 cm. Note que o algarismo 9 é correto e o algarismo 6 é duvidoso.

Em toda medida os algarismos corretos e o primeiro duvidoso são chamados **algarismos significativos**. Portanto, na medida 9,6 cm, temos dois algarismos significativos.

Com a régua milimetrada (figura 2b), como cada centímetro é dividido em 10 milímetros, podemos com maior precisão dizer que o comprimento da barra está compreendido entre 9,6 cm e 9,7 cm. Nesse caso, estimamos o comprimento L em 9,65 cm. Observe, agora, que os algarismos 9 e 6 são corretos e o algarismo 5 é duvidoso, pois ele foi estimado. Temos, então, três algarismos significativos.

Os algarismos significativos de uma medida são os algarismos corretos e o primeiro duvidoso.

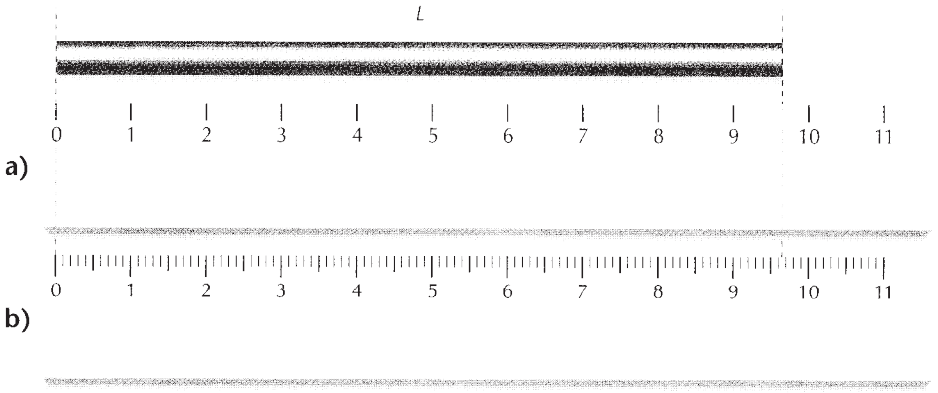


Figura 2.

Imagine agora que a medida $L = 9{,}65$ cm deva ser convertida para metro.

Desse modo, temos $L = 0{,}0965$ m. Note que a medida continua com três algarismos significativos, isto é, os zeros à esquerda do número 9 não são significativos — eles apenas servem para posicionar a vírgula. Portanto, **os zeros à esquerda do primeiro algarismo significativo não são significativos.**

Estando o zero à direita do primeiro algarismo significativo, ele também será significativo. Por exemplo, na medida $L = 9{,}05$ m temos três algarismos significativos: 9, 0 e 5. Convertendo-se essa medida para centímetro, temos $L = 9{,}05 \cdot 10^2$ cm. Note que a medida continua com três algarismos significativos, isto é, os algarismos correspondentes à potência de 10 não são significativos.

9. Operações com algarismos significativos

Ao efetuarmos uma **multiplicação** ou uma **divisão**, com algarismos significativos, devemos apresentar o resultado com um número de algarismos significativos igual ao do fator que possui o menor número de algarismos significativos. Assim, por exemplo, considere o produto: $2{,}31 \cdot 1{,}4$. Ao efetuarmos a operação, encontramos 3,234. Como o primeiro fator tem três algarismos significativos (2,31) e o segundo tem dois (1,4), apresentamos o resultado com dois algarismos significativos, ou seja: 3,2.

Note como se faz o arredondamento: sendo o primeiro algarismo abandonado menor do que 5, mantemos o valor do último algarismo significativo; ou, se o primeiro algarismo a ser abandonado for maior ou igual a 5, acrescentamos uma unidade ao último algarismo significativo. No exemplo, o primeiro algarismo abandonado é 3. Sendo menor do que 5, mantivemos o número 2, que é o último algarismo significativo.

Reprodução proibida. Art. 184 do Código Penal e Lei 9.610 de 19 de fevereiro de 1998.

Considere, agora, o produto: 2,33 · 1,4. Efetuando a operação encontramos 3,262. O resultado deve apresentar 2 algarismos significativos. Assim, temos: 3,3. Nesse caso, o primeiro número a ser abandonado é 6. Sendo maior do que 5, acrescentamos uma unidade ao número 2, que é o último algarismo significativo.

Na **adição** e na **subtração**, o resultado deve conter um número de casas decimais igual ao da parcela com menos casas decimais. Assim, por exemplo, considere a adição: 3,32 + 3,1. Ao efetuarmos a operação, encontramos como resultado 6,42. Como a primeira parcela tem duas casas decimais (3,32) e a segunda somente uma (3,1), apresentamos o resultado com apenas uma casa decimal. Assim, temos: 6,4.

Na adição 3,37 + 3,1 = 6,47, apresentamos o resultado com uma casa decimal e, levando em conta a regra do arredondamento, obtemos: 6,5.

10. Notação científica

Utilizar a notação científica significa exprimir um número da seguinte forma: $N \cdot 10^n$, em que n é um expoente inteiro e N é tal que $1 \leq N < 10$. Para exprimir a medida de uma grandeza em notação científica, o número N deve ser formado por todos os algarismos significativos que nela comparecem.

Por exemplo, considere que as medidas indicadas a seguir estejam expressas corretamente em algarismos significativos: 360 s e 0,0035 m. Utilizando a notação científica e levando em conta o número de algarismos significativos, escrevemos, respectivamente, para essas medidas: $3{,}60 \cdot 10^2$ s e $3{,}5 \cdot 10^{-3}$ m.

11. Ordem de grandeza

Determinar a **ordem de grandeza** de uma medida consiste em fornecer, como resultado, a potência de 10 mais próxima do valor encontrado para a grandeza. Como estabelecer essa potência de 10 mais próxima?

Partindo da notação científica, $N \cdot 10^n$, procede-se assim: se o número N que multiplica a potência de 10 for maior ou igual a $\sqrt{10}$, utiliza-se, como ordem de grandeza, a potência de 10 de expoente um grau acima, isto é, 10^{n+1}; se N for menor que $\sqrt{10}$, usa-se a mesma potência da notação científica, isto é, 10^n.

É importante observar que $10^{0,5} = \sqrt{10} \simeq 3{,}16$ é o valor utilizado como limite de aproximação, isto é, corresponde ao ponto médio do intervalo 10^0 e 10^1 $\left(10^{\frac{0+1}{2}} = 10^{0,5}\right)$.

Em resumo, temos:

$N \geq \sqrt{10} \Rightarrow$ ordem de grandeza: 10^{n+1}
$N < \sqrt{10} \Rightarrow$ ordem de grandeza: 10^n

Para exemplificar, considere o raio da Terra igual a $6{,}37 \cdot 10^6$ m e a distância da Terra ao Sol igual a $1{,}49 \cdot 10^{11}$ m. Vamos calcular a ordem de grandeza desses valores.

Sendo $6{,}37 > \sqrt{10}$, a ordem de grandeza do raio da Terra é dada por: 10^{6+1} m = 10^7 m.

Sendo $1{,}49 < \sqrt{10}$, temos para a distância da Terra ao Sol a ordem de grandeza: 10^{11} m.

Exercícios resolvidos

R.1 Um espetáculo musical tem início exatamente às 21 h 15 min 25 s e termina às 23 h 38 min 15 s. Determine a duração desse espetáculo.

Solução:

A duração do espetáculo corresponde ao intervalo de tempo $\Delta t = t_2 - t_1$, em que t_1 = 21 h 15 min 25 s é o instante de início e t_2 = 23 h 38 min 15 s é o instante de término.

Reprodução proibida. Art. 184 do Código Penal e Lei 9.610 de 19 de fevereiro de 1998.

Para calcular essa diferença, devemos iniciar a subtração pela coluna dos segundos, de modo que o valor do instante final (t_2) em cada coluna seja sempre maior que o do instante inicial (t_1). No caso, na coluna dos segundos, temos 15 s para t_2 e 25 s para t_1. Como 15 s é menor do que 25 s, passamos 1 min (60 s) da coluna dos minutos para a coluna dos segundos.

Assim, teremos:

$$\begin{array}{l} t_2 = 23\text{ h }38\text{ min }15\text{ s} \\ t_1 = 21\text{ h }15\text{ min }25\text{ s} \end{array} \Rightarrow \begin{array}{r} 23\text{ h }37\text{ min }75\text{ s} \\ -\ 21\text{ h }15\text{ min }25\text{ s} \\ \hline 2\text{ h }22\text{ min }50\text{ s} \end{array}$$

Portanto o intervalo de tempo (Δt) correspondente à duração do espetáculo vale:

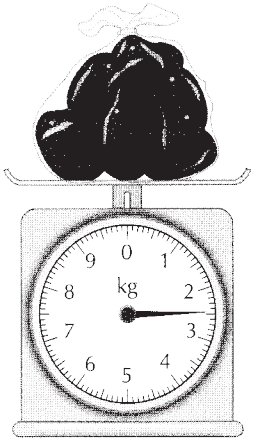
$$\boxed{\Delta t = 2\text{ h }22\text{ min }50\text{ s}}$$

Se quisermos dar a resposta em segundos, devemos lembrar que 1 h = 3.600 s e 1 min = 60 s. Portanto:

$$\Delta t = (2 \cdot 3.600) + (22 \cdot 60) + 50 \Rightarrow \Delta t = 7.200 + 1.320 + 50 \Rightarrow \boxed{\Delta t = 8.570\text{ s}}$$

Resposta: 2 h 22 min 50 s ou 8.570 s

R.2 A balança da figura ao lado está graduada em quilogramas (kg). Qual é a massa do pacote colocado sobre o prato da balança? Quais são os algarismos corretos e o primeiro algarismo duvidoso?



Solução:

Observando que cada divisão corresponde a 0,1 kg, concluímos que a massa do pacote está compreendida entre 2,4 e 2,5 kg. Avaliamos, então, a massa do pacote em 2,45 kg. Note que os algarismos 2 e 4 são corretos, e que o algarismo 5 é duvidoso.

Respostas: 2,45 kg; 2 e 4 são os algarismos corretos; 5 é o algarismo duvidoso.

R.3 O sino de uma igreja bate uma vez a cada meia hora, todos os dias. Qual é a ordem de grandeza do número de vezes que o sino bate em um ano?

Solução:

Se o sino bate uma vez a cada meia hora, concluímos que em um dia ele bate 48 vezes. Logo, o número de batidas do sino em um ano é dado por:

$$X = 48 \cdot 365 \Rightarrow X = 17.520\text{ batidas}$$

Em notação científica, com três algarismos significativos, temos $X = 1{,}75 \cdot 10^4$ batidas.

Como $1{,}75 < \sqrt{10}$, para a ordem de grandeza teremos o valor: $\boxed{X' = 10^4\text{ batidas}}$

Resposta: 10^4 batidas

R.4 Qual é a ordem de grandeza do número de batimentos cardíacos de um aluno do Ensino Médio, desde o seu nascimento?

Solução:

Para a resolução desse exercício é necessário fazer algumas estimativas. Vamos, por exemplo, considerar que o coração bata 70 vezes em um minuto e vamos adotar para a idade do aluno 15 anos. Devemos, inicialmente, calcular o número de minutos existente em 15 anos:

$$15\text{ anos} = 15 \cdot 365 \cdot 24 \cdot 60\text{ minutos} = 7.884.000\text{ minutos}$$

O número X de batimentos em 15 anos de vida será:

$$X = 70\text{ batimentos por minuto} \cdot 7.884.000\text{ minutos} \Rightarrow X = 551.880.000\text{ batimentos}$$

Em notação científica, com três algarismos significativos, temos $X = 5{,}52 \cdot 10^8$ batimentos.

Como $5{,}52 > \sqrt{10}$, para a ordem de grandeza temos o valor: $\boxed{X' = 10^9\text{ batimentos}}$

Observe que a escolha da idade do aluno (para 14, 16 ou 17 anos) ou do número de batimentos por minuto (para 60, 80 ou 90) não altera o resultado da ordem de grandeza.

Resposta: 10^9 batimentos

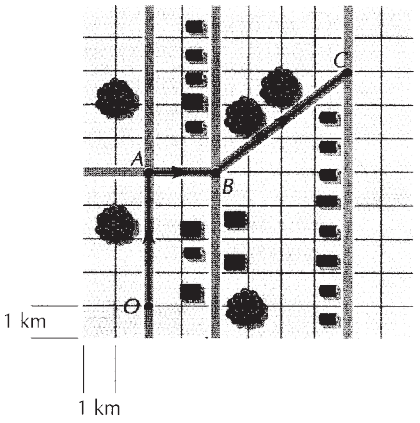
Reprodução proibida. Art. 184 do Código Penal e Lei 9.610 de 19 de fevereiro de 1998

Exercícios propostos

P.1 Efetue as seguintes conversões:

a) 1 m em cm
b) 1 cm em m
c) 1 m em mm
d) 1 km em m
e) 1 mm em m
f) 1 cm em mm

P.2 Um carro parte da posição O e percorre o caminho $OABC$ conforme indicado na figura ao lado. Determine as distâncias percorridas: de O a A, de A a B e de B a C.

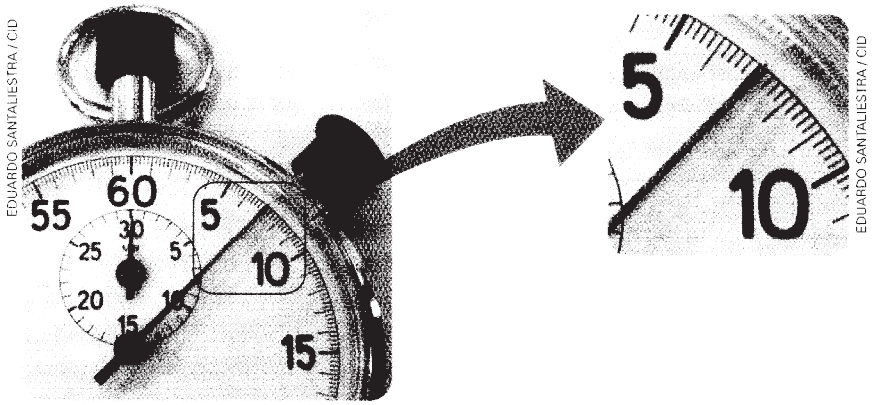


P.3 Efetue as seguintes conversões:

a) 1 h em min
b) 1 min em s
c) 1 h em s
d) 1 dia em s

P.4 Uma corrida de automóveis tem início às 10 h 20 min 45 s e termina às 12 h 15 min 35 s. Determine o intervalo de tempo de duração da corrida.

P.5 Um estudante utilizou um cronômetro para determinar o intervalo de tempo em que uma pedra, abandonada de certa altura, atinge o chão. O resultado obtido é indicado na foto abaixo. Sabe-se que o ponteiro não completou uma volta.



Qual é a leitura do cronômetro expressa em algarismos significativos? Quais são os algarismos corretos e o primeiro algarismo duvidoso?

P.6 Efetue as operações indicadas abaixo. Os números estão expressos corretamente em algarismos significativos. Dê a resposta da 1ª operação em m e da 2ª em m^2.

1ª) 3,020 m + 0,0012 km + 320 cm
2ª) 4,33 m × 50,2 cm

P.7 As medidas indicadas abaixo estão expressas corretamente em algarismos significativos.

a) 473 m **b)** 0,0705 cm **c)** 37 mm **d)** 37,0 mm

Escreva-as em notação científica e indique os algarismos corretos e o primeiro duvidoso, em cada medida.

P.8 O intervalo de tempo de um ano corresponde a quantos segundos? Dê sua resposta em notação científica e com dois algarismos significativos.

P.9 Sabendo-se que em 1 cm^3 cabem aproximadamente 20 gotas de água, determine a ordem de grandeza do número de gotas de água necessárias para encher a banheira de um apartamento.

P.10 (Fasp-SP) Uma partida normal de futebol é disputada em 90 minutos. O estádio do Morumbi, em São Paulo, já recebeu cerca de 30 milhões de torcedores desde sua abertura em 1960. A média de torcedores por partida é de aproximadamente 28.000. Então, qual é a ordem de grandeza do total de minutos de futebol já jogados no Morumbi?

Reprodução proibida. Art. 184 do Código Penal e Lei 9.610 de 19 de fevereiro de 1998.

Testes propostos

T.1 (PUC-Campinas-SP) Um intervalo de tempo igual a 25.972,5 segundos corresponde a:

a) 7 h 12 min 52,5 s
b) 7 h 772 min 0,5 s
c) 7 h 21 min 145 s
d) 432 h 52,5 min
e) 432,875 h

T.2 (Inatel-MG) A tabela abaixo descreve alguns eventos temporais a respeito da formação do nosso Sol e da Terra.

Alguns eventos temporais (em anos passados até a data atual)	
$4{,}55 \cdot 10^9$	Formação do Sol
$4{,}45 \cdot 10^9$	Formação da Terra
$3{,}8 \cdot 10^9$	Os continentes emergem das águas
$4{,}2 \cdot 10^8$	Aparecimento das plantas sobre o solo
$6{,}7 \cdot 10^7$	Extinção dos dinossauros
$1{,}2 \cdot 10^5$	Aparecimento do homem de Neanderthal
$4{,}0 \cdot 10^3$	Início da história do homem

Se adotarmos que a formação do Sol ocorreu há 1 dia terrestre, quando se iniciou a história da civilização humana nessa nova escala de tempo? (1 dia terrestre = 86.400 segundos)

a) Há 76 segundos, aproximadamente.
b) Há 76 milissegundos, aproximadamente.
c) Há 76 microssegundos, aproximadamente.
d) Há 78 milissegundos, aproximadamente.
e) Há 78 microssegundos, aproximadamente.

T.3 As aulas num dado colégio de Florianópolis têm início às 7 h 30 min, todos os dias. Em determinado dia, por mau funcionamento do relógio sinaleiro, o sinal de término das aulas soou às 13 h 15 min 20 s. A duração das aulas nesse dia no colégio foi de:

a) 6 h 15 min 20 s
b) 5 h 45 min 20 s
c) exatamente 6 h
d) 5 h 45 min 40 s
e) 6 h 45 min 20 s

T.4 (Acafe-SC) No ano 2004 foram realizadas eleições para prefeito, vice-prefeito e vereador em todos os municípios do Brasil. Os candidatos utilizaram o horário político gratuito na mídia e realizaram comícios, fazendo diversos discursos. Enrico Fermi observou, certa vez, que a duração padrão de um discurso é de aproximadamente um micro-século.

Considerando todos os anos com 365 dias, é **correto** afirmar que a duração de um micro-século, em **minutos**, é:

a) 24,25
b) 87,60
c) 36,50
d) 120,00
e) 52,56
(1 micro = 10^{-6})

T.5 (Ufac) Num campo de futebol não-oficial, as traves verticais do gol distam entre si 8,15 m. Considerando que 1 jarda vale 3 pés e que 1 pé mede 30,48 cm, a largura mais aproximada desse gol, em jardas, é:

a) 6,3
b) 8,9
c) 10,2
d) 12,5
e) 14,0

T.6 (Fuvest-SP) No estádio do Morumbi 120.000 torcedores assistem a um jogo. Através de cada uma das 6 saídas disponíveis podem passar 1.000 pessoas por minuto. Qual é o tempo mínimo necessário para se esvaziar o estádio?

a) uma hora
b) meia hora
c) $\frac{1}{4}$ de hora
d) $\frac{1}{3}$ de hora
e) $\frac{3}{4}$ de hora

T.7 (UFRJ) Numa fila de banco há 300 pessoas. O guarda autoriza a entrar no banco, durante 10 segundos, 30 pessoas. Para nova autorização há a espera de 20 minutos.
Levando-se em consideração serem sempre constantes os intervalos mencionados, as 300 pessoas da fila serão atendidas, aproximadamente, em:

a) 201 min
b) 191 min
c) 181 min
d) 171 min
e) 161 min

T.8 (FEI-SP) O diâmetro de um fio de cabelo é 10^{-4} m. Sabendo-se que o diâmetro de um átomo é 10^{-10} m, quantos átomos colocados lado a lado seriam necessários para fazer uma linha que divida o fio de cabelo ao meio exatamente no seu diâmetro?

a) 10^4 átomos
b) 10^5 átomos
c) 10^6 átomos
d) 10^7 átomos
e) 10^8 átomos

Reprodução proibida. Art. 184 do Código Penal e Lei 9.610 de 19 de fevereiro de 1998

T.9 (UEL-PR) O velocímetro indica a velocidade instantânea de um veículo. Num certo instante, a indicação do aparelho está representada abaixo.

A *melhor* leitura da velocidade, em km/h, é:

a) 80
b) 84
c) 87
d) 90
e) 92

T.10 (PUC-SP) O número de algarismos significativos de 0,00000000008065 cm é:

a) 3
b) 4
c) 11
d) 14
e) 15

T.11 (Cefet-PE) A medição do comprimento de um lápis foi realizada por um aluno usando uma régua graduada em mm. Das alternativas apresentadas, aquela que expressa corretamente a medida obtida é:

a) 15 cm
b) 150 mm
c) 15,00 cm
d) 15,0 cm
e) 150,00 mm

T.12 (UFJF-MG) Supondo-se que um grão de feijão ocupe o espaço equivalente a um paralelepípedo de arestas 0,5 cm × 0,5 cm × 1,0 cm, qual das alternativas abaixo melhor estima a ordem de grandeza do número de feijões contido no volume de um litro?

a) 10
b) 10^2
c) 10^3
d) 10^4
e) 10^5

T.13 (Fuvest-SP) Qual é a ordem de grandeza do número de voltas dadas pela roda de um automóvel ao percorrer uma estrada de 200 km?

a) 10^2
b) 10^3
c) 10^5
d) 10^7
e) 10^9

T.14 (Cesgranrio-RJ) Alguns experimentos realizados por virologistas demonstram que um bacteriófago (vírus que parasita e se multiplica no interior de uma bactéria) é capaz de formar 100 novos vírus em apenas 30 minutos. Se introduzirmos 1.000 bacteriófagos em uma colônia suficientemente grande de bactérias, qual será a ordem de grandeza do número de vírus existentes após 2 horas?

a) 10^7
b) 10^8
c) 10^9
d) 10^{10}
e) 10^{11}

T.15 (UEL-PR) Um recipiente cúbico tem 3,000 m de aresta, n é o número máximo de cubos, de 3,01 mm de aresta, que cabem no recipiente. A ordem de grandeza de n é:

a) 10^6
b) 10^7
c) 10^8
d) 10^9
e) 10^{10}

T.16 (UFG-GO)

Pois há menos peixinhos a nadar no mar
Do que os beijinhos que eu darei na sua boca

Vinicius de Moraes

Supondo que o volume total de água nos oceanos seja de cerca de um bilhão de quilômetros cúbicos e que haja em média um peixe em cada cubo de água de 100 m de aresta, o número de beijos que o poeta beijoqueiro teria que dar em sua namorada, para não faltar com a verdade, seria da ordem de:

a) 10^{10}
b) 10^{12}
c) 10^{14}
d) 10^{16}
e) 10^{18}

Reprodução proibida. Art. 184 do Código Penal e Lei 9.610 de 19 de fevereiro de 1998.

PRIMEIRAS DESCOBERTAS E A REVOLUÇÃO COPERNICANA

O estudo do movimento teve início com o surgimento das primeiras civilizações no Egito, Mesopotâmia e Oriente Médio. Por interesses variados, esses povos procuraram compreender fenômenos como o curso dos astros, o fluxo das marés, o ciclo das eclipses e, a partir da observação do céu, puderam estabelecer as estações do ano. À medida que as observações eram acumuladas, elas eram transmitidas e apropriadas pelos povos das regiões do Mediterrâneo e proximidades. As primeiras explicações para os fenômenos observados eram impregnadas de religiosidade e mito. Apenas por volta do século VI a.C. é que pensadores gregos começaram a desenvolver formas mais elaboradas de tratar o conhecimento empírico existente, com formulações racionais associadas a um desenvolvimento da Matemática.

DEMÓCRITO (460-370 a.C.) descreveu de modo puramente mecânico o movimento. Estabeleceu as noções de átomo e vazio. O átomo (indivisível) era a menor partícula de matéria, e o vazio era a ausência de matéria. Segundo ele, os átomos se moviam ao acaso e, nesse movimento, se chocavam, se atraíam e se repeliam. Em conseqüência disso se formaram todas as coisas do Universo.

HERÁCLITO (535-475 a.C.) afirmou que o movimento é o princípio básico do qual tudo o que vemos e sentimos é decorrência.

Parece ter sido ARISTÓTELES (384-322 a.C.) o primeiro a elaborar um sistema filosófico para a explicação do movimento dos corpos e do mundo físico que o cercava. Para ele, toda e qualquer matéria era composta de quatro elementos fundamentais: terra, água, fogo e ar, e esses elementos tinham posições determinadas no Universo. O lugar natural do fogo e do ar era sempre acima do lugar natural da terra e da água. Desse modo explicava por que uma pedra e a chuva caem: seus lugares naturais eram a terra e a água. Analogamente, a fumaça e o vapor sobem em busca de seus lugares naturais acima da terra. Aristóteles também elaborou várias outras teorias sobre ciências naturais, que foram aceitas até a Renascença.

THE BRIDGEMAN ART LIBRARY-KEYSTONE

▲ **Demócrito e Heráclito travam um debate filosófico imaginário. Gravura de Donato Bramante, século XVI.**

Ainda na Grécia, menos de um século depois de Aristóteles, um outro grego, ARISTARCO DE SAMOS (310-230 a.C.), propôs uma teoria do movimento dos corpos celestes. Teve a idéia de que a Terra e os planetas giravam em torno do Sol, e por isso foi acusado de perturbar o descanso dos deuses e de contradizer as idéias de Aristóteles sobre o movimento celeste. Para Aristóteles, os planetas, o Sol e a Lua giravam em torno da Terra em órbitas circulares, e a Terra não se movimentava.

Quatro séculos depois da morte de Aristarco, já depois de Cristo, as idéias aristotélicas do movimento celeste foram aperfeiçoadas por CLÁUDIO PTOLOMEU (século II), astrônomo de origem greco-romana nascido em Alexandria, no Egito.

Na Renascença, JEAN BURIDAN (1300-1360), reitor da Universidade de Paris, colocou-se frontalmente contra as teorias de Aristóteles. Suas idéias espalharam-se pela Europa, abrindo caminho para que nos séculos seguintes Copérnico e Galileu iniciassem a ciência moderna.

NICOLAU COPÉRNICO (1473-1543) nasceu na Polônia, e lá estudou na Universidade de Cracóvia. Esteve na Itália, em várias universidades, onde manteve contato com os cientistas mais notáveis. De volta à Polônia, desenvolveu sua teoria sobre o movimento celeste. Propôs um sistema análogo ao de Aristarco: os planetas e a Terra giram em torno do Sol, isto é, um sistema heliocêntrico (do grego: *helios*, Sol). Copérnico localizou corretamente as posições relativas dos planetas conhecidos e determinou seus períodos de translação em torno do Sol. O sistema de Copérnico não encontrou apoio de quase ninguém; na época, o sistema de Ptolomeu e as idéias de Aristóteles eram doutrinas estabelecidas tanto na religião como na filosofia.

THE BRIDGEMAN ART LIBRARY-KEYSTONE

◀ **Estátua de Nicolau Copérnico, situada na Biblioteca Nacional de Paris, França, erigida no século XIX.**

Reprodução proibida. Art. 184 do Código Penal e Lei 9.610 de 19 de fevereiro de 1998.